

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DE00/537



REC'D 08 MAY 2000

WIPO

PCT

4

Bescheinigung

#2
PRIORITY**DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Die Siemens Aktiengesellschaft in München/Deutschland hat eine Patentanmeldung
unter der Bezeichnung

"Antriebssystem für Schiffe"

10/018114

am 24. Juni 1999 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprüng-
lichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol
B 63 H 25/42 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 12. April 2000

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Agurks

Aktenzeichen: 199 28 961.1

Beschreibung

Antriebssystem für Schiffe

5 Die Erfindung betrifft ein Antriebssystem für Schiffe mit einem unter dem Schiff angeordneten Ruderpropeller, der sich aus einem drehbaren und eine Energieübertragungseinrichtung aufweisenden Azimuth-Modul und einem an diesem gondelartig angeordneten Propulsions-Modul, das mit einem elektrischen
10 Antriebsmotor für einen Propeller versehen ist, zusammensetzt.

Bei einer derartigen, in der Praxis auch unter der Bezeichnung SSP bekannten Antriebstechnologie handelt es sich um einen drehbaren Schiffsantrieb, der vorzugsweise im Bereich des
15 Hecks eines Schiffes angeordnet ist und zugleich die Funktionen Antrieb, Ruder und Querschuberzeugung erfüllt. Der SSP-Antrieb zeichnet sich ferner durch einen geringen Schiffswiderstand bei den verschiedensten Schiffsrümpfen aus und bedarf keiner zusätzlichen Kühlung, da diese durch das den Antriebsmotor im Propulsions-Modul umströmende Wasser bewirkt
20 wird. Überdies ist der SSP-Antrieb mit geringen Benutz- und Wartungskosten verbunden und bietet den Vorteil einer besonders hohen Kraftstoffeffizienz.

25 Im Bereich der Schiffsantriebstechnologie besteht im Hinblick auf die Wettbewerbsfähigkeit der einzelnen Unternehmen ein zunehmender Bedarf, die Fertigungszeiten zu reduzieren und die Herstellkosten zu senken. Zugleich werden aber auch Antriebssysteme benötigt, die den zufälligen Ausfall einer Komponente beherrschen, so daß nach einem im Antriebssystem auftretenden Fehler die Manövrier- und Steuerfähigkeit eines Schiffes schnellstmöglich wieder gewährleistet ist.
30

35 Weiterhin ist es im Schiffbau üblich, daß elektrische und elektromechanische Bauteile, wie etwa Motoren, Transformatoren, Schalt-, Stromrichter- und Rückkühlanlagen oder Steuer-

stände, einzeln von den jeweiligen Herstellern an die Schiffswerft geliefert werden, um dann von dem Werftpersonal auf entsprechend vorbereitete Fundamente im Schiff befestigt und untereinander verkabelt sowie auf ihre Funktion hin überprüft zu werden. Nachteilig hierbei ist ein beträchtlicher logistischer und damit kostenintensiver Aufwand, der zudem dadurch erhöht wird, daß sowohl die Fertigung der einzelnen Bauteile als auch die Verkabelung und Überprüfung des kompletten Systems der Kontrolle einer Klassifikationsgesellschaft, beispielsweise American Bureau of Shipping (ABS), Bureau Veritas (BV), Der Norske Veritas (DNV), Germanischer Lloyd (GL) oder Lloyds Register of Shipping (LRS), bedarf.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Antriebssystem für Schiffe zu schaffen, mit dem sich eine vergleichsweise hohe Sicherheit im Hinblick auf eine zuverlässige Manövrierbarkeit eines Schiffes auf verhältnismäßig kostengünstige Weise erzielen läßt.

Diese Aufgabe ist bei einem Antriebssystem mit den oben genannten Merkmalen erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß wenigstens zwei Ruderpropeller vorhanden sind, deren jeweiliger Antriebsmotor als permanentmagneterregte Synchronmaschine ausgebildet ist, wobei die Ständerwicklung der Synchronmaschine drei zu einem 3-Phasen-Wechselstrom verschaltete Stränge aufweist, die über die Energieübertragungseinrichtung mit einem im Schiff angeordneten Stromrichter verbunden sind, welcher eingangsseitig über Stromrichtertransformatoren an das Bordnetz des Schiffes angeschlossen ist, und daß eine aus standardisierten Baugruppen modular zusammengesetzte Steuer- und Regeleinrichtung für jeden der Ruderpropeller vorgesehen ist.

Durch ein solchermaßen ausgestaltetes Antriebssystem wird den steigenden Anforderungen an die Zuverlässigkeit und Sicherheit eines Schiffes im hohen Maße Rechnung getragen. Dies ist in erster Linie auf das Vorhandensein wenigstens zweier glei-

cher Ruderpropeller mit autonomer Steuer- und Regeleinrichtung zurückzuführen, durch die sich eine homogene Redundanz des Antriebssystems ergibt. Bei Auftreten eines Fehlerereignisses in einer mechanischen oder elektrischen Komponente eines Ruderpropellers steht damit zumindest ein Antrieb zur Verfügung, der die Manövrierfähigkeit des Schiffes gewährleistet.

Indem der Antriebsmotor als elektrische Synchronmaschine ausgebildet ist, läßt sich eine kompakte und leichtgewichtige Bauweise erreichen, die für die Anordnung des Antriebsmotors in dem Propulsion-Modul erforderlich ist. Aufgrund der Verschaltung der Stränge der Ständerwicklung und den Stromrichtern und Stromrichtertransformatoren ergibt sich ein durch das Bordnetz eines Schiffes betriebener Drehstrom-Synchronmotor, mit dem sich eine ausreichende Nenndrehzahl und ein hinreichend großes Drehmoment am Propeller für die gängigsten Schiffsantriebe im Leistungsbereich von 5 MW bis 30 MW realisieren läßt. Ferner trägt der modulare Aufbau der Steuer- und Regeleinrichtung aus standardisierten Baugruppen zu einer verhältnismäßig kostengünstigen Herstellung bei.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist der Stromrichter ein netzgeführter 12-pulsiger Direktumrichter und über drei als 3-Wicklungstransformatoren ausgebildete Stromrichtertransformatoren auf seiner Eingangsseite mit dem Bordnetz verbunden. Ein Direktumrichter läßt sich zum einen kostengünstig fertigen und eignet sich zum anderen in besonderem Maße für den Betrieb großer Drehstrommotoren mit einer niedrigen Drehzahl, wie sie für Schiffsantriebe erforderlich sind.

Zur Lösung der oben genannten Aufgabe wird bei einem Antriebssystem der eingangs genannten Art ferner vorgeschlagen, daß der Antriebsmotor als permanentmagneterregte Synchronmaschine ausgebildet ist, wobei die Ständerwicklung der Synchronmaschine sechs Stränge aufweist, von denen jeweils drei

zu einem 3-Phasenwechselstrom verschaltet und unter Bildung eines Teilsystems über die Energieübertragungseinrichtung mit einem im Schiff angeordneten Stromrichter verbunden sind, welcher eingangsseitig über einen Stromrichtertransformator an das Bordnetz eines Schiffes angeschlossen ist, und daß eine aus standardisierten Baugruppen modular zusammengesetzte Steuer- und Regeleinrichtung für jedes der beiden Teilsysteme vorgesehen ist.

Auch ein solches Antriebssystem trägt dem Zufallsausfall einer Komponente Rechnung und läßt sich aufgrund der vorgenannten Gründe in wirtschaftlicher Hinsicht günstig herstellen. Die sich infolge des einzig vorhandenen Ruderpropellers hierbei ergebende Teil-Redundanz des Antriebssystems wird durch die autonomen Teilsysteme erzielt, die dafür Sorge tragen, daß bei einer auftretenden Störung zumindest ein eingeschränkter Fahrbetrieb des Schiffes aufrecht erhalten bleibt. Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind die jeweiligen Stromrichter ein netzgeführter 6-pulsiger Direktumrichter und über einen als 4-Wicklungstransformator ausgebildeten Stromrichtertransformator auf ihrer Eingangsseite mit dem Bordnetz verbunden. Wenn die Primärwicklungen der beiden Stromrichtertransformatoren zweckmäßigerweise dabei um 30° zueinander versetzt angeordnet sind, ergibt sich eine 12-pulsige Netzurückwirkung aus den beiden Teilsystemen gegenüber dem Bordnetz des Schiffes.

Von besonderem Vorteil ist es, wenn beide Teilsysteme parallel betreibbar sind, wobei eine der Regel- und Steuereinrichtung der Teilsysteme als Master und die andere als Slave einsetzbar ist. Durch den parallelen Betrieb der beiden Teilsysteme ergibt sich zum einen eine aktive Redundanz des Antriebssystems, während zum anderen durch die Master-Slave-Anordnung der Regel- und Steuereinrichtungen eine übergeordnete Steuerung für beide Teilsysteme sichergestellt ist. Auf diese Weise ist es möglich, daß gewisse Aufgaben, wie etwa die Drehzahlregelung, ausschließlich von der als Master die-

nenden Regel- und Steuereinrichtung übernommen und für die als Slave eingesetzte gesperrt sind.

5 Von Vorteil ist ferner, wenn jedem Teilsystem eine speicher-
programmierbare Sicherheitseinrichtung zugeordnet ist, die
neben Alarmsignalen automatische auch Regel- und Steuersigna-
le erzeugt. Durch derartige Regel- und Steuersignale können
beispielsweise die Motordrehzahl oder der Ständerstrom unver-
züglich reduziert werden, wenn eine Störung in einem der
10 Teilsysteme detektiert wird.

15 Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung weist jeder Strom-
richter eine Phasenstromregelung auf. Dies bietet den Vor-
teil, daß der Strom mit variabler Frequenz der Synchronma-
schine aufgeprägt werden kann. Gemäß einem weiteren Merkmal
der Erfindung ist eine Drehmomentenregelung vorgesehen, um
dem Antrieb eine hohe Dynamik zu verleihen. Die Aufgabe der
Drehmomentenregelung besteht dabei darin, aus den Ist-Werten
der Ständerspannung, Ständerströme und der Polradlage der
20 Synchronmaschine die Lage des magnetischen Flusses zu bestim-
men, wobei der Sollwert des drehmomentbildenden Ständerstroms
senkrecht zur ermittelten Flußachse vorgegeben wird.

25 In Weiterbildung der Erfindung wird ferner vorgeschlagen, daß
eine Überwachungseinrichtung vorgesehen ist, durch welche die
Energieerzeugung und -verteilung im Bordnetz gegen eine Über-
belastung durch den Antriebsmotor schützbar ist. Dies stellt
sicher, daß der Sollwert der Drehzahl beschränkt wird, wenn
die von dem vorgegebenen Sollwert geforderte Leistung des
30 Propellers die verfügbare elektrische Leistung im Bordnetz
des Schiffes übersteigt. Überdies ist es möglich, bei Störun-
gen im Bordnetz einen geänderten Sollwert vorzugeben, um eine
Überlastung der Energieerzeugeraggregate und damit einen
„black out“ im Bordnetz zu vermeiden.

35

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung
sind die einzelnen Komponenten des Antriebssystems in wenig-

stens einem vorgefertigten Container angeordnet. Unter einem Container wird dabei eine nahezu eigenständige Funktionseinheit verstanden, die mit Schnittstellen zu anderen Schiffssystemen, etwa der Steuerung, versehen ist. Dies bietet die

5 Möglichkeit, das Antriebssystem unabhängig vom Bauort des Schiffes weitgehend zu verkabeln und auf seine Funktion hin zu überprüfen. Nach dem Versand zur Schiffswerft ist es dann lediglich noch erforderlich, den Container auf einem vorbereiteten Fundament des Schiffes zu befestigen und mit dessen
10 Leistungs- und Steuerungssystem zu verbinden. Da eine Verkabelung der einzelnen Komponenten des Antriebssystems auf der Schiffswerft somit entbehrlich ist, entfällt auch die logistische Erfassung der einzelnen Bauteile auf der Werft, wodurch sich eine einfachere und übersichtlichere logistische
15 Planung ergibt. Darüber hinaus läßt sich auf diese Weise eine flexible Anlieferung und damit ein zu einem optimalen Zeitpunkt stattfindender Einbau des Containers erreichen. Aufgrund eines einzigen Fundaments für den Container anstelle diverser Fundamente für die einzelnen Komponenten ist zudem
20 ein geringerer und damit kostengünstigerer Fertigungsaufwand sichergestellt.

Um einen vorgefertigten Container mit herkömmlichen Containerschiffen zur Schiffswerft transportieren zu können, wird
25 schließlich vorgeschlagen, daß die Abmessungen der Funktionseinheiten den Abmessungen von Standardcontainern entsprechen.

Einzelheiten und weitere Vorteile der Gegenstände der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung zweier bevorzugter Ausführungsbeispiele. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen im Einzelnen:
30

FIG 1 eine schematische Darstellung eines Antriebssystems mit
35 homogener Redundanz und

FIG 2 eine schematische Darstellung eines Antriebssystems mit Teilredundanz.

Die in den Figuren 1 und 2 dargestellten Antriebssysteme weisen jeweils einen Ruderpropeller 10 auf, der sich aus einem Azimuth-Modul 11 und einem gondelartig an diesem angeordneten Propulsions-Modul 12 zusammensetzt. Das Azimuth-Modul 11 ist über einen feststehenden Teil 11a mit dem Rumpf eines Schiffes verbindbar. In dem feststehenden Teil 11a des Azimuth-Moduls 11 ist ein Azimuth-Antrieb 13 angeordnet, der durch eine im Schiff befindliche Azimuth-Steuerung 70 gesteuert wird und der einen drehbaren Teil 11b des Azimuth-Moduls 11 antreibt. In dem feststehenden Teil 11a des Azimuth-Moduls 11 ist ferner eine Energieübertragungseinrichtung 14 angeordnet, die einen im Propulsion-Modul 12 befindlichen Antriebsmotor mit dem Bordnetz des Schiffes verbindet. Der drehbare Teil 11b des Azimuth-Moduls 11 weist Hilfsbetriebe, etwa für die elektrische Versorgung oder Steuerung, auf. Der in dem Propulsion-Modul 12 angeordnete Antriebsmotor ist als permanentmagneterregte Synchronmaschine ausgebildet und treibt zwei Propeller 16 an.

In dem Ausführungsbeispiel gemäß FIG 1 sind zwei gleiche Ruderpropeller 10 vorhanden. Die Ständerwicklung der Synchronmaschine weist drei zu einem 3-Phasen-Wechselstrom verschaltete Stränge auf, die über die Energieübertragungseinrichtung 14 mit einem im Schiff angeordneten Direktumrichter 20, der die elektrische Energie des 3-Phasen-Wechselstroms in einen Wechselstrom bestimmter Spannung, Frequenz und Phasenzahl umformt, verbunden. Der Direktumrichter 20 dient dazu, die Drehzahl des Antriebsmotors zu verstellen, und ist auf seiner Eingangsseite über drei 3-Wicklungstransformatoren mit dem Bordnetz verbunden.

Das in FIG 1 dargestellte Antriebssystem weist einen Propulsionsredundanzgrad RP von 50% auf. Durch diese homogene Redundanz wird erreicht, daß das Antriebssystem auch bei Auftreten

eines Fehlerereignisses in einem der Ruderpropeller 10 zur Verfügung steht und somit das Schiff jederzeit manövrierfähig ist, was insbesondere bei schlechten Wetterbedingungen zum Tragen kommt.

5

Das in FIG 2 abgebildete Antriebssystem ist mit einer Teil-Redundanz ausgestattet und erfüllt mithin gleichfalls die Sicherheitsforderungen von Klassifikationsgesellschaften, wie etwa dem Germanischen Lloyd. Dieser fordert, daß wenn eine Fahranlage mit nur einem Antriebsmotor ausgestattet ist und das Schiff kein weiteres Antriebssystem aufweist, diese Anlage so aufzubauen ist, daß nach einer Störung im Stromrichter oder in der Regelung und Steuerung mindestens ein eingeschränkter Fahrbetrieb erhalten bleibt.

10

15

Die vorgenannte Forderung wird bei dem Antriebssystem gemäß FIG 2 dadurch erfüllt, daß der Ruderpropeller 10 mit einem als permanentmagneterregte Synchronmaschine ausgebildeten Antriebsmotor versehen ist, dessen Ständerwicklung sechs Stränge aufweist, von denen jeweils drei zu einem 3-Phasen-Wechselstrom verschaltet und über die Energieübertragungseinrichtung 14 mit einem im Schiff angeordneten Stromrichter 20a, 20b verbunden sind. Die Stromrichter 20a, 20b sind jeweils als netzgeführter 6-pulsiger Direktumrichter ausgebildet und jeweils über einen als 4-Wicklungstransformator ausgebildeten Stromrichtertransformator 30a, 30b auf ihrer Eingangsseite mit einer Mittelspannungsschaltanlage 40 des Bordnetzes des Schiffes verbunden. Die Direktumrichter 20a, 20b setzen sich jeweils aus einer Gruppe von drei gegenparallel geschalteten Leitungshalbleiter 21a, 21b, 22a, 22b, 23a, 23b zusammen, für die jeweils eine Rückkühlanlage 24a, 24b vorgesehen ist.

20

25

30

35

Den auf diese Weise gebildeten Teilsystemen sind jeweils eine eigene Regel- und Steuereinrichtung 25a, 25b, 26a, 26b zugeordnet, die jeweils mit einer Niederspannungsschaltanlage 50 des Bordnetzes des Schiffes in Verbindung stehen und von dort

mit Hilfsenergie versorgt werden, wie FIG 2 erkennen läßt. Jedem Teilsystem ist ferner eine speicherprogrammierbare Sicherheitseinrichtung 27a, 27b zugeordnet, mit der sich sowohl Alarm- als auch Regel- und Steuersignale erzeugen lassen. Eine Überwachungseinrichtung 60 dient dazu, die Energieerzeugung und -verteilung im Bordnetz zu überwachen.

Die beiden Teilsysteme werden im Normalbetrieb parallel betrieben. Die Regel- und Steuereinrichtung 25a, 26a des einen Teilsystems ist dabei als Master eingesetzt, während die Einrichtung 25b, 26b des anderen Teilsystems als Slave fungiert. Ein Wechsel von Master auf Slave ist dabei nur bei ausgeschaltetem Antriebssystem möglich. Während die Regel- und Steuereinrichtungen 25a, 25b, 26a, 26b beider Teilsysteme unabhängig voneinander ihre jeweiligen Ist-Werte, wie etwa Spannung und Strom erfassen, ist ausschließlich die als Master dienende Regel- und Steuereinrichtung 25a, 26a aufgrund ihrer übergeordneten Stellung für Funktionen, wie beispielsweise Kraftwerkschutz, Drehzahlregelung, Drehmomentenregelung oder Impulsbildung der Leistungshalbleiter, beider Teilsysteme zuständig. Die als Slave dienende Steuer- und Regeleinrichtung 25b, 26b ist hierfür gesperrt.

Tritt ein Fehler in einem der beiden Teilsysteme auf, so wird das fehlerbehaftete Teilsystem eingangsseitig mittels eines Leistungsschalters in der Mittelspannungsschaltanlage 40 vom Bordnetz und ausgangsseitig mittels eines Trennschalters im Ausgang der Direktumrichter 20a, 20b von dem Antriebsmotor der Propeller 16 getrennt. Nachdem das fehlerbehaftete Teilsystem geerdet worden ist, ist es für eine Wartung zugänglich. Das andere, fehlerfreie Teilsystem stellt dabei einen eingeschränkten Fahrbetrieb sicher, wobei dessen Steuer- und Regeleinrichtung 25a, 25b, 26a, 26b dabei als Master fungiert.

Das obige Antriebssystem ist insbesondere in als vorgefertigte Funktionseinheit ausgebildeten Containern angeordnet. Ein

auf entsprechenden Schiffsfundamenten angeordneter Container kann z.B. dabei folgende Komponenten beinhalten:

5 Direktumrichter Leistungsteil,
 Feinwasserkühlanlage Direktumrichter,
 Direktumrichter Steuerung,
 Schiffsspezifische Steuer- und Regeleinrichtungen 25a-
 26b,
 Stromversorgungsschrank,
10 Stromrichtertransformator 30a, 30b
 Frischwasserkühler für Stromrichtertransformatoren 30a,
 30b,
 Hydraulikpumpenantriebe,
 Steuerschrank Azimuthsteuerung.

15

Diese Komponenten werden von den jeweiligen Herstellern zum Montageort des Containers geliefert und zu einer Funktionseinheit miteinander verbunden. Auf diese Weise vereinfacht sich die Schnittstellenerklärung mit der Schiffswerft. Von
20 obigen Containern gibt es nur noch Schnittstellen zum Schiffssystem, zum Beispiel Anschluß an das Zu- und Abluftsystem bzw. die Klimaanlage des Schiffes, Anschluß an das Frischkühlwassersystem des Schiffes, Anschluß der Leistungskabel der Mittelspannungs-Schaltanlage, Anschluß der Hilfsstromversorgung der Niederspannungs-Hauptschalttafel- und
25 -Notschalttafel, Anschluß der Signal- und Busleitungen oder Anschluß der Beleuchtungs- und Steckdosenkabel, und Schnittstellen zum SSP-Propulsor, etwa Anschluß der Hydraulikleitungen zu den Azimuthmotoren, Anschluß der Leistungskabel zum
30 SSP-Propulsor, Anschluß der Kabel für die Hilfsstromversorgung oder Anschluß der Signal- und Busleitungen.

Es kann allerdings nicht nur das Antriebssystem in einem oder mehreren Containern zusammengefaßt sein, sondern beispielsweise auch der Maschinen-Kontrollraum, in dem gewöhnlich die
35 Mittel- und Niederspannungseinheiten sowie das MKR-Steuerpult und Automationseinheiten vorzufinden sind, oder eine einen

Synchrongenerator und einen Dieselmotor oder eine Gasturbine als Antriebseinheit aufweisende Energie-Erzeugereinheit.

Der als vorgefertigtes Systemmodul dienende Container ist als Schweißkonstruktion ausgebildet und in seinen Abmessungen für einen Transport mit Containerschiffen standardisiert. Der Container ist dabei bevorzugt als sogenannter 20-Fuß-Container mit einer Länge von 6,055 m, einer Breite von 2,435 m und einer Höhe von 2.591 m oder als 40-Fuß-Container mit einer Länge von 12,190 m, einer Breite von 2,435 m und einer Höhe von 2.591 m genormt. Durch Zusammensetzen mehrerer Container in Längs- und/oder Querrichtung lassen sich auf diese Weise unterschiedlich große Elektromaschinenräume in einem Schiff aufbauen. Die vorgefertigten Container werden zu diesem Zweck gewöhnlich in das Spantensystem des Schiffes eingefügt. Dies gewährleistet eine verhältnismäßig einfache Montage bzw. Demontage, beispielsweise für Service- und Wartungszwecke. Hinsichtlich letzterem verfügen die Container ferner über verschließbare Türen, die sie für Fachpersonal zugänglich machen. Die einzelnen Container mit ihren Funktionskomponenten können vorteilhaft auch fest installierte Ferndiagnose- und Fernüberwachungseinrichtungen aufweisen. So ist es für den Hersteller oder die Reederei einfach im laufenden Schiffsbetrieb - durch Satellitentechnik auch auf hoher See - die einzelnen Komponenten zu überwachen, Fehler zu diagnostizieren und gegebenenfalls, falls sie datentechnischer Natur sind, zu beheben.

Überdies ist ein Container in der Regel mit Beleuchtung und Steckdosen ausgestattet und weist einen Anschluß an das schiffsseitige Zu- und Abluftsystem bzw. alternativ an die Klimaanlage eines Schiffes auf. Für die Verlustwärme der im Container angeordneten Bauteile, die nicht über das Abluftsystem aus dem Containerraum abgeführt werden kann, ist regelmäßig ein Wärmetauscher vorgesehen, der an das Frischwassersystem des Schiffes angeschlossen ist. Da ein Schiff üblicherweise dynamischen Belastungen, wie etwa Schräglagen,

Schwingungen, Erschütterungen oder Verformungen des Schiffsrumpfes, ausgesetzt ist, ist ein Container derart ausgelegt, daß trotz solcher Umweltbedingungen ein störungsfreier Dauerbetrieb sichergestellt ist.

5

Mit den zuvor beschriebenen Ausführungsformen wird ein Antriebssystem bereitgestellt, das aufgrund seiner redundanten Ausgestaltung eine vergleichsweise hohe Sicherheit und Zuverlässigkeit hinsichtlich der Manövierbarkeit gewährleistet.

10

Die verhältnismäßig hohe Verfügbarkeit des Antriebssystems ist vor allem darauf zurückzuführen, daß fehlerhafte Betriebszustände sicher und schnell erfaßt und erforderliche Maßnahmen, wie etwa Alarmmeldung, Leistungsreduzierung oder Netztrennung, unverzüglich veranlaßt werden. Da Schiffsan-

15

triebssysteme mit einem unter dem Schiff angeordneten Ruderpropeller, wie es die SSP-Technologie vorsieht, nicht nur einer natürlichen Alterung und betriebsbedingtem Verschleiß unterliegen, sondern zusätzlich äußeren Einflüssen, wie beispielsweise Schräglagen, Schwingungen, Erschütterungen oder

20

Verformungen des Schiffsrumpfes, ausgesetzt sind, die zu Störungen führen können, sind redundante Antriebssysteme für Schiffe unter sicherheitsrelevanten Gesichtspunkten unverzichtbar. Nicht zuletzt wird mit der vorliegenden Erfindung aber auch wirtschaftlichen Aspekten Rechnung getragen, indem die einzelnen Baugruppen, insbesondere die Steuer- und Regleinrichtungen 25a, 25b, 26a, 26b, in modularer Bauweise aus Standardkomponenten, wie sie beispielsweise unter der Bezeichnung SIMADYN D und SIMATIC S7 bekannt sind, zusammengesetzt ist.

25

30

Patentansprüche

1. Antriebssystem für Schiffe mit einem unter dem Schiff angeordneten Ruderpropeller (10), der sich aus einem drehbaren und eine Energieübertragungseinrichtung (14) aufweisenden Azimuth-Modul (11) und einem an diesem gondelartig angeordneten Propulsions-Modul (12), das mit einem Antriebsmotor für einen Propeller (16) versehen ist, zusammensetzt, da -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß wenigstens zwei Ruderpropeller (10) vorhanden sind, deren jeweiliger Antriebsmotor als permanentmagneterregte Synchronmaschine ausgebildet ist, wobei die Ständerwicklung der Synchronmaschine drei zu einem 3-Phasen-Wechselstrom verschaltete Stränge aufweist, die über die Energieübertragungseinrichtung (14) mit einem im Schiff angeordneten Stromrichter (20) verbunden sind, welcher eingangsseitig über Stromrichtertransformatoren an das Bordnetz des Schiffes angeschlossen ist, und daß eine aus standardisierten Baugruppen modular zusammengesetzte Steuer- und Regeleinrichtung für jeden der Ruderpropeller (10) vorgesehen ist.

2. Antriebssystem nach Anspruch 1, d a d u r c h g e - k e n n z e i c h n e t , daß der Stromrichter (20) ein netzgeführter 12-pulsiger Direktumrichter und über drei als 3-Wicklungstransformatoren ausgebildete Stromrichtertransformatoren auf seiner Eingangsseite mit dem Bordnetz verbunden ist.

3. Antriebssystem für Schiffe mit einem unter dem Schiff angeordneten Ruderpropeller (10), der sich aus einem drehbaren und eine Energieübertragungseinrichtung (14) aufweisenden Azimuth-Modul (11) und einem an diesem gondelartig angeordneten Propulsions-Modul (12), das mit einem Antriebsmotor für einen Propeller (16) versehen ist, zusammensetzt, da -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Antriebsmotor als permanentmagneterregte Synchronmaschine ausgebildet ist, wobei die Ständerwicklung der Synchronmaschine sechs

Stränge aufweist, von denen jeweils drei zu einem 3-Phasen-Wechselstrom verschaltet und unter Bildung eines Teilsystems über die Energieübertragungseinrichtung (14) mit einem im Schiff angeordneten Stromrichter (20a,20b) verbunden sind, welcher eingangsseitig über einen Stromrichtertransformator (30a,30b) an das Bordnetz des Schiffes angeschlossen ist, und daß eine aus standardisierten Baugruppen modular zusammengesetzte Steuer- und Regeleinrichtung (25a,25b,26a,26b) für jedes der beiden Teilsysteme vorgesehen ist.

4. Antriebssystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die jeweiligen Stromrichter (20a,20b) ein netzgeführter 6-pulsiger Direktumrichter und über einen als 4-Wicklungstransformator ausgebildeten Stromrichtertransformator (30a,30b) auf ihrer Eingangsseite mit dem Bordnetz verbunden sind.

5. Antriebssystem nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Primärwicklungen der beiden Stromrichtertransformatoren (30a,30b) um 30° zueinander versetzt angeordnet sind.

6. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß beide Teilsysteme parallel betreibbar sind, wobei eine der Regel- und Steuereinrichtungen (25a,26a) der Teilsysteme als Master und die andere (25b,26b) als Slave einsetzbar ist.

7. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Teilsystem eine speicherprogrammierbare Sicherheitseinrichtung (27a,27b) zugeordnet ist, die neben Alarmsignalen automatisch auch Regel- und Steuersignale erzeugt.

8. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Stromrichter (20, 20a, 20b) eine Phasenstromregelung aufweist.
- 5 9. Antriebssystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Drehmomentenregelung vorgesehen ist um dem Antrieb eine hohe Dynamik zu verleihen.
- 10 10. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine Überwachungseinrichtung (60) vorgesehen ist, durch welche die Energieerzeugung und -verteilung im Bordnetz gegen eine Überbelastung durch den Antriebsmotor schützbar ist.
- 15 11. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10, gekennzeichnet durch die Anordnung seiner einzelnen Komponenten ein wenigstens einem vorgefertigten Container.
- 20 12. Antriebssystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Abmessung der Container standardisiert sind.
- 25 13. Antriebssystem nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß seine Komponenten in Funktionsmodulen mit Ferndiagnose und/oder Fernüberwachungseinrichtungen, insbesondere mit einer Datenübertragung über Satellitentechnik, zusammengefaßt sind.
- 30 14. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß es zur Transportüberwachung, insbesondere in oder an den Containern montierte, nach Gebrauch demontierbare, elektrische Einrichtungen aufweist, die Ortsbestimmungssensoren, z.B. auf GPS-Basis und die ermittelten Ortsangaben sendende Einrichtungen, z.B. auf Inmarsat-Basis, aufweisen.
- 35

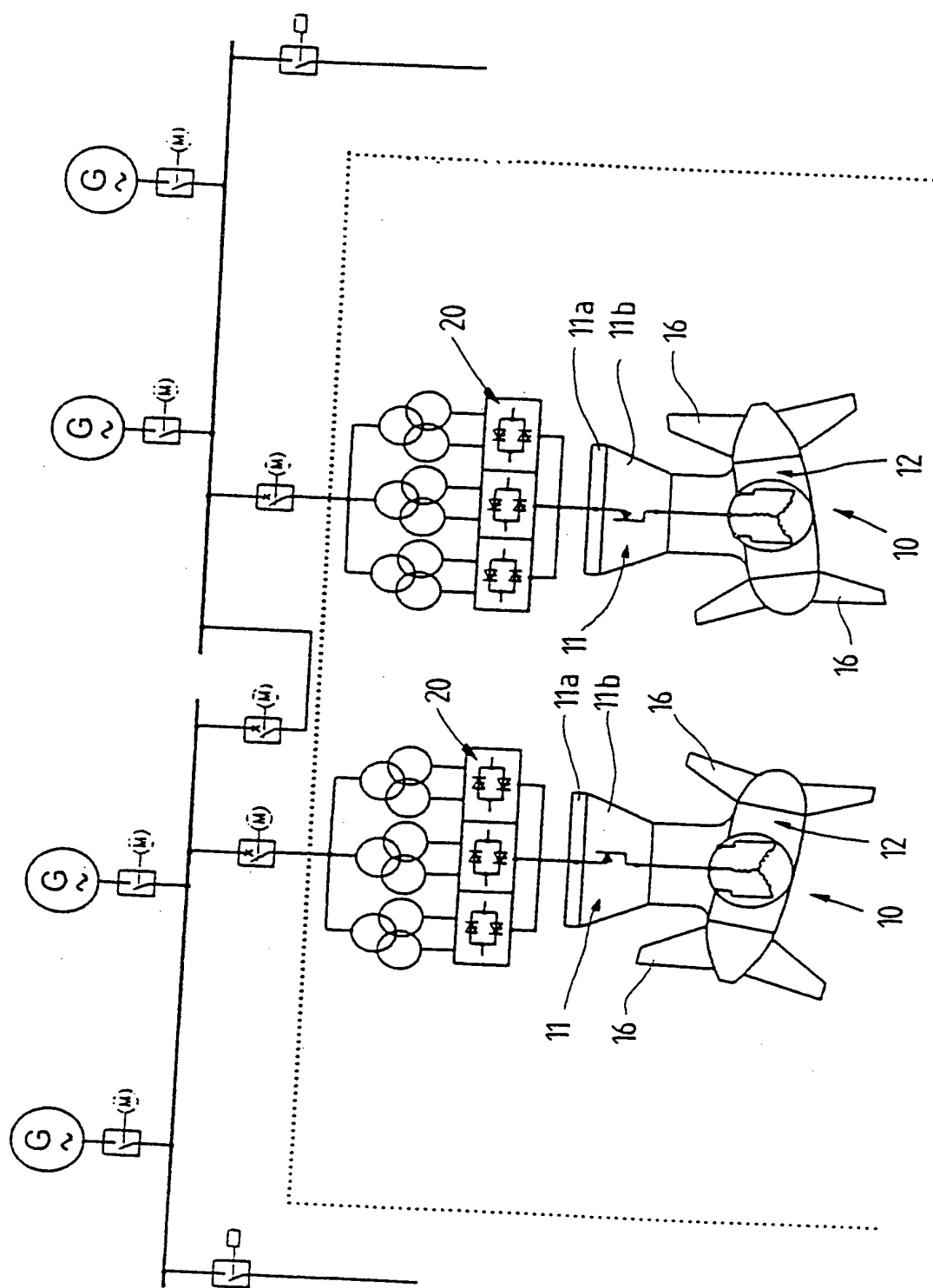
Zusammenfassung

Antriebssystem für Schiffe

- 5 Um ein Antriebssystem für Schiffe mit einem unter dem Schiff angeordneten Ruderpropeller (10) zu schaffen, mit dem sich eine vergleichsweise hohe Sicherheit im Hinblick auf eine zuverlässige Manövrierbarkeit eines Schiffes erzielen läßt, wird vorgeschlagen, daß bei Vorhandensein von zwei Ruderpropellern (10), deren jeweiliger Antriebsmotor als permanentmagneterregte Synchronmaschine ausgebildet ist, wobei die Ständerwicklung der Synchronmaschine drei zu einem 3-Phasen-Wechselstrom verschaltete Stränge aufweist, die an das Bordnetz des Schiffes angeschlossen sind, und daß eine aus standardisierten Baugruppen modular zusammengesetzte Steuer- und
- 10
- 15 Regeleinrichtung für jeden der Ruderpropeller vorgesehen ist.

FIG 1

Fig.1



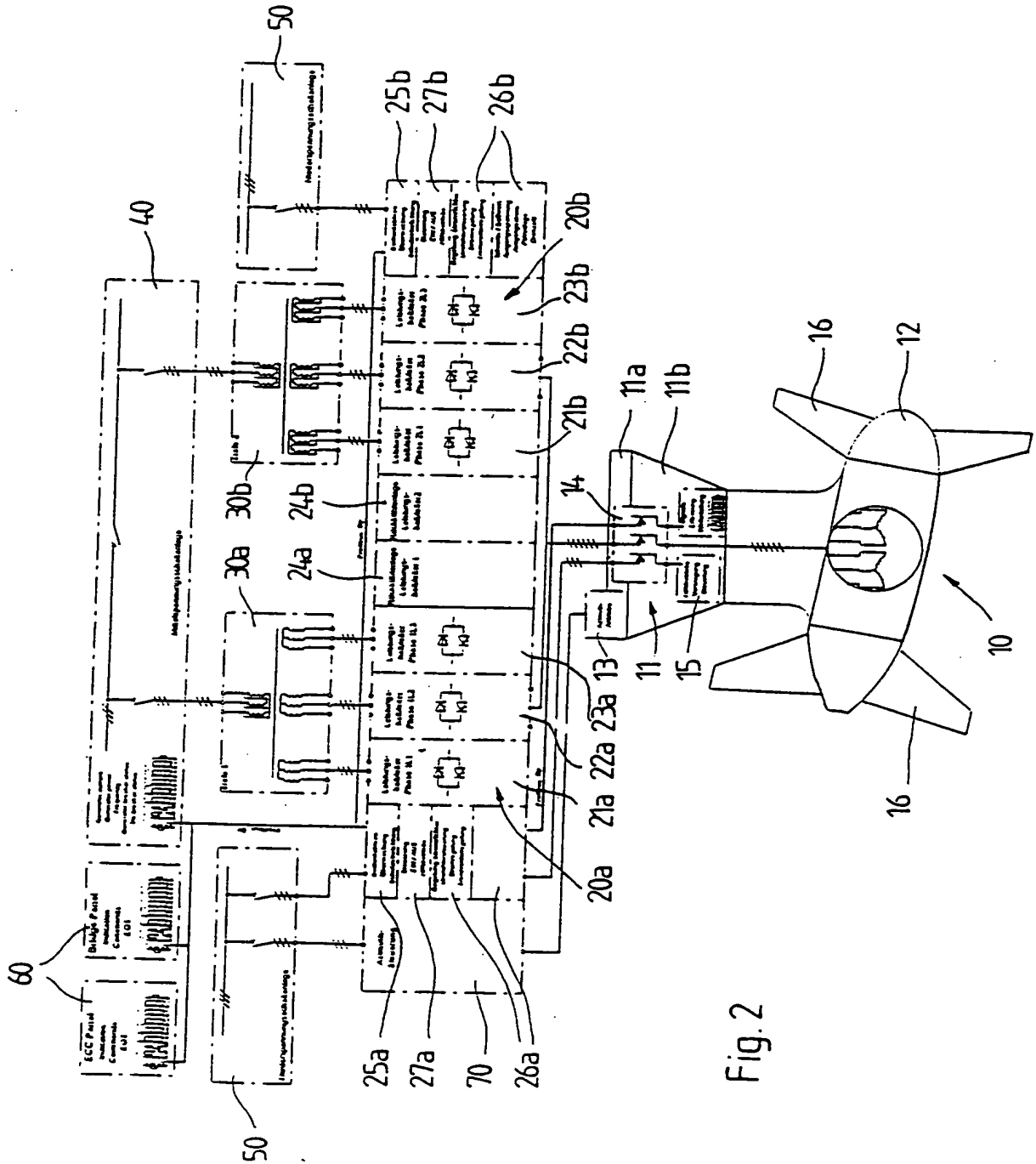


Fig. 2

THIS PAGE BLANK (USPTO)